

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. April 2003 (17.04.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/031799 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F02M 51/06,
61/08, 61/16

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/03070

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:
22. August 2002 (22.08.2002)

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOHL, Günther
[DE/DE]; Knappenweg 46, 70569 Stuttgart (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

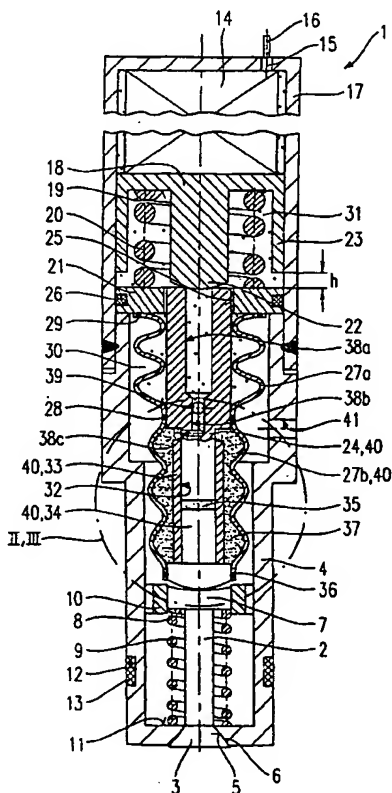
(30) Angaben zur Priorität:
101 48 594.8 2. Oktober 2001 (02.10.2001) DE

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: FUEL INJECTION VALVE

(54) Bezeichnung: BRENNSTOFFEINSPRITZVENTIL



(57) Abstract: The invention relates to a fuel injection valve (1), especially an injection valve for fuel injection systems of internal combustion engines. The inventive valve comprises a piezoelectric or magnetostrictive actuator (14) and a hydraulic coupler (40) which actuates a valve closing body (3) formed on a valve needle (2), said valve closing body in turn co-operating with a valve seat surface (5) to form a valve sealing seat (6). The coupler (40) comprises a master piston (24, 42) and a slave piston (34, 45, 58) which are guided in bore holes (32, 43, 46) of a guiding sleeve. A pressure chamber (53) filled with a hydraulic fluid is arranged between the master piston (24, 42) and the slave piston (34, 45, 58). A corrugated tube (27b, 47) is arranged along the guiding sleeve (33, 34, 57), said tube being connected in a sealing manner with the master piston (24, 42) on one end, and with the slave piston (34, 45, 58) on the other end, and sealing a reservoir (37) for the hydraulic fluid from a surrounding fuel chamber (30).

(57) Zusammenfassung: Ein Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere ein Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder magnetostruktiven Aktor (14), weist einen hydraulischen Koppler (40) auf, der einen an einer Ventilnadel (2) ausgeformten Ventilschliesskörper (3) betätigt, der wiederum mit einer Ventilsitzfläche (5) zu einem Ventildichtsitz (6) zusammenwirkt. Der Koppler (40) umfasst einen Geberkolben (24, 42) und einen Nehmerkolben (34, 45, 58), die in Bohrungen (32, 43, 46) einer Führungshülse (33, 44, 57) geführt sind. Zwischen dem Geberkolben (24, 42) und dem Nehmerkolben (34, 45, 58) ist ein mit einem Hydraulikfluid gefüllter Druckraum (35) angeordnet. Um die Führungshülse (33, 34, 57) ist ein Wellrohr (27b, 47) angeordnet, das dichtend mit dem Geberkolben (24, 42) an einem Ende und dem Nehmerkolben (34, 45, 58) am anderen Ende verbunden ist und das einen Vorratsraum (37) für das Hydraulikfluid gegenüber einem umgebenden Brennstoffraum (30) abdichtet.

WO 03/031799 A1



— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

10

Brennstoffeinspritzventil

Stand der Technik

- 15 Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Aus der EP 0 477 400 A1 ist ein Brennstoffeinspritzventil mit einem Wegtransformator für einen piezoelektrischen Aktor
20 bekannt, bei dem der Aktor eine Hubkraft auf einen Geberkolben überträgt. Der Geberkolben ist mit einem Führungszyylinder für einen Nehmerkolben kraftschlüssig verbunden. Der Nehmerkolben, der Führungszyylinder und der den Führungszyylinder abschließende Geberkolben bilden eine
25 Hydraulikkammer. In der Hydraulikkammer ist eine Feder angeordnet, die den Geberkolben und den Nehmerkolben auseinander drückt. Um einen Endabschnitt des Führungszyinders und den Nehmerkolben ist eine Gummimanschette angeordnet, durch die ein Vorratsraum für
30 ein viskoses Hydraulikfluid gegenüber einem Brennstoffraum abgedichtet wird. Die Viskosität des Hydraulikfluids ist dem Ringspalt zwischen Nehmerkolben und Führungszyylinder angepaßt.

- 35 Der Nehmerkolben überträgt eine Hubbewegung mechanisch auf beispielsweise eine Ventilnadel. Wenn der Aktor auf den Geberkolben und Führungszyylinder eine Hubbewegung überträgt, wird diese Hubbewegung durch den Druck des Hydraulikfluids in der Hydraulikkammer auf den Nehmerkolben übertragen, da

- das Hydraulikfluid in der Hydraulikkammer sich nicht zusammenpressen läßt und nur ein ganz geringer Anteil des Hydraulikfluids durch den Ringspalt während des kurzen Zeitraumes eines Hubes in den durch die Gummimanschette gebildeten Vorratsraum entweichen kann. In der Ruhephase, wenn der Aktor keine Druckkraft auf den Geberkolben ausübt, wird durch die Feder der Nehmerkolben aus dem Führungszylinder herausgedrückt und durch den entstehenden Unterdruck dringt über den Ringspalt das Hydraulikfluid in den Hydraulikraum ein und füllt diesen wieder auf. Dadurch stellt der Wegtransformator sich automatisch auf Längenausdehnungen und druckbedingte Dehnungen eines Brennstoffeinspritzventils ein.
- Nachteilig an dem bekannten Stand der Technik ist, daß die Abdichtung durch eine Gummimanschette, die durch zwei Spannringe gegen den Endabschnitt des Führungszylinders und den Nehmerkolben gedrückt wird, auf Dauer nur unvollständig ist. Das hochviskose Hydraulikfluid und der Brennstoff können sich somit auf Dauer vermischen und es kann zu einem Ausfall des Kopplers kommen. Wenn Benzin beispielsweise als ein möglicher Brennstoff in das Innere des Kopplers gelangt, so kann es zum Funktionsausfall kommen, da aufgrund der geringen Viskosität des Benzins diese Flüssigkeit schnell durch den Ringspalt hindurchtreten kann und sich in der kurzen dynamischen Zeit des Hubes kein Druck im Druckraum aufbauen kann.

Vorteile der Erfindung

- Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß der Vorratsraum durch das Wellrohr dauerhaft abgedichtet wird. Verbindungen wie beispielsweise eine Schweißnaht verlieren nicht ihre Dichtwirkung durch Materialermüdung. Durch die Verwendung eines Hydraulikfluids mit hoher Viskosität können relativ große Toleranzen und somit Ringspalte zwischen dem Geberkolben und dessen Führungsbohrung einerseits, als auch

dem Nehmerkolben und dessen Führungsbohrung andererseits zugelassen werden. Während des kurzen Zeitraums eines Hubes kann nur ein geringer Anteil des Hydraulikfluid entweichen. In der folgenden Ruhephase werden Geberkolben und
5 Nehmerkolben aus ihren Bohrungen gedrückt und das Hydraulikfluid strömt über die Ringspalte in die Druckkammer nach. Temperaturausdehnungen und Dehnungen des Brennstoffeinspritzventils durch den Druck des Brennstoffs werden ausgeglichen, da der Geberkolben und der Nehmerkolben
10 auseinanderdrückt werden, bis diese an anschließenden Bauteilen der Hubübertragung anliegen.

Durch die in den Unteransprüchen angeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im
15 Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

Das Wellrohr kann mit dem Geberkolben sowie dem Nehmerkolben kraftschlüssig verbunden sein und eine den Geberkolben und
20 den Nehmerkolben auseinandertreibende Vorspannung aufweisen.

Vorteilhaft erfüllt das Wellrohr zusätzlich die Funktion einer Kopplerfeder, den Geberkolben und den Nehmerkolben auseinander zu drücken und eine eigene Kopplerfeder kann
25 somit entfallen.

In einer günstigen Ausführung ist das Wellrohr radial nachgiebig, insbesondere, indem das Wellrohr durch eine geringe Wandstärke biegeweich ist. Somit nimmt der
30 Vorratsraum und über die Ringspalte der Druckraum den Druck des das Wellrohr umgebenden Brennstoffraum an. Das Hydraulikfluid wird dann in der Ruhephase durch die Ringspalte gedrückt, wenn durch die Bewegung des Geberkolbens und des Nehmerkolbens im Druckraum ein relativ
35 geringerer Druck sich bildet und das Hydraulikfluid füllt den Druckraum auf.

Der Geberkolben und der Nehmerkolben können unterschiedliche Durchmesser aufweisen, insbesondere der Geberkolben einen

größeren Durchmesser. Die Führungshülse wird dann vorteilhaft durch eine Momentabstützung in Richtung des Nehmerkolbens abgestützt.

- 5 Dadurch kann erreicht werden, daß ein kostengünstiger kompakter Aktor verwendet werden kann, der zwar eine hohe Stellkraft aufweist, aber nur einen geringen Stellweg für einen Hubbewegung. Durch die Hubübersetzung wird ein ausreichender Stellweg für eine Ventilnadel erreicht. Wenn
10 der Geberkolben und der Nehmerkolben nicht denselben Durchmesser haben, verbleibt in dem Druckraum eine auf die Führungshülse wirksame Fläche. Im Fall einer Druckerhöhung wirkt eine Kraft auf Führungshülse in Höhe der Flächendifferenz mal dem Druck. Diese Kraft muß daher durch
15 eine Momentabstützung der Führungshülse abgeleitet werden. Bei Geberkolben und Nehmerkolben in einer Achse sowie größerem Durchmesser des Geberkolbens ist die resultierende Kraft in Richtung der Bewegungsrichtung des Nehmerkolbens orientiert.

- 20 Die Momentabstützung besteht günstig aus einem kraftschlüssig mit der Führungshülse verbundenen Stützring, der über eine radiale Faltung des Wellrohrs an einem kraftschlüssig mit einem Ventilkörper verbundenen Trägerring
25 anliegt.

- Durch die radiale Faltung des Wellrohrs, worunter ein Abschnitt des Wellrohrs verstanden werden soll, der im radialen Querschnitt so geformt ist, daß ein Wandabschnitt
30 des Wellrohrs ungefähr in der Radiusebene liegt und keine Wellung aufweist, kann die abstützende Kraft übertragen werden. Diese Ausführung unterbricht nicht das Wellrohr und erfordert keine weiteren dichtenden Verbindungen.

- 35 Eine Vorspannfeder, die sich gegen den Geberkolben abstützt, kann den Stützring in Anlage halten.

Der Hub des Aktors kann durch einen Anschlag begrenzt sein und der Anschlag an einem Aktorkopf ausgebildet sein.

In vorteilhafter Ausführung ist das Wellrohr einteilig mit einem Wellrohr zur Abdichtung eines Aktorraums gegenüber einem Brennstoffraum ausgebildet ist und weist das Wellrohr im Bereich des Kopplers eine geringere Wandstärke auf. Hierdurch wird weniger Bauvolumen erforderlich und es kann die Anzahl der Teile verringert werden.

10 In einer günstigen Ausführungsform ist in dem Geberkolben und/oder dem Nehmerkolben ein Befüllkanal angeordnet, der den Vorratsraum mit einem Umgebungsraum des Kopplers verbindet und der Befüllkanal durch ein Verschlußelement druckdicht abgedichtet werden kann.

15 Weiterhin kann der Befüllkanal in dem Geberkolben durch Befüllbohrungen ausgebildet sein und der Vorratsraum mit einem Aktorraum verbunden sein, wobei das Verschlußelement eine in eine der Befüllbohrungen eingepreßte Kugel ist.

20 An dieser Weiterbildung ist günstig, daß sie eine vorteilhafte Herstellung ermöglicht. Der Koppler soll mit einem hochviskosem Hydraulikfluid befüllt sein. Zugleich ist es günstig den Aktorraum mit einer Gleit- und Kühlf Flüssigkeit drucklos zu füllen. Die nötigen
25 Eigenschaften können von einem einzigen Hydraulikfluid erfüllt werden, beispielsweise einem Silikonöl. Vor der Montage des Aktors kann der Koppler einfach befüllt werden.

Zeichnung

30

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

35 Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils,

Fig. 2 einen schematischen Schnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils in einem dem Ausschnitt II der Fig. 1 entsprechenden Detailausschnitt und

5

Fig. 3 einen schematischen Schnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils in einem dem Ausschnitt III der Fig. 1 entsprechenden Detailausschnitt.

10

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das in Fig. 1 schematisch dargestellte Brennstoffeinspritzventil 1 weist eine Ventilnadel 2 auf, die mit einem Ventilschließkörper 3 verbunden ist und über diesen Ventilschließkörper 3 mit einem in einen Ventilkörper 4 ausgeformten Ventilsitzfläche 5 zu einem Ventildichstsitz 6 zusammenwirkt. Dabei handelt es sich bei dem Brennstoffeinspritzventil 1 um ein nach außen öffnendes Brennstoffeinspritzventil 1, das eine nach außen öffnende Ventilnadel 2 aufweist. Die Ventilnadel 2 wird durch einen Führungsabschnitt 7, der eine Federanlage 8 für eine Ventilschließfeder 9 aufweist, in einer Ventilnadelführung 10 geführt. Die Ventilschließfeder 9 stützt sich gegen eine zweite Federanlage 11 an dem Ventilkörper 4 ab und spannt die Ventilnadel 2 mit einer Kraft vor, die den Ventilschließkörper 3 gegen die Ventilsitzfläche 5 drückt. Durch einen in einer Nut 12 angeordneten Dichtring 13 erfolgt eine Abdichtung des hier nicht dargestellten Ringspaltes zwischen dem Ventilkörper 4 und einer ebenfalls nicht dargestellten Bohrung in einem Zylinderkopf einer Brennkraftmaschine.

Zur Betätigung der Ventilnadel 2 ist in einem Ventilkörperoberteil 17 ein piezoelektrischer oder magnetostriktiver Aktor 14 angeordnet, der über eine Bohrung 15 in dem Ventilkörperoberteil 17 und eine elektrische Zuleitung 16 mit einer Spannung versorgt werden kann. Der Aktor 14 weist eine größere Baulänge auf, um einen

35

merklichen Hub beim Anlegen einer Spannung an dem Aktor 14 zu erreichen. Der größte Teil der Baulänge des Aktors 14 ist in der Fig. 1 nicht dargestellt. An den Aktor 14 schließt sich ein Aktorkopf 18 an, der eine Federanlagefläche 19 aufweist, an der eine Aktorspannfeder 20 anliegt, die sich wiederum gegen eine Trennscheibe 21 abstützt. Durch die Aktorfeder 20 wird auf den Aktor 14 eine Vorspannung ausgeübt, so daß beim Anlegen einer Spannung auf die elektrische Zuleitung 16 der Hub des Aktors 14 sich auf den Aktorkopf 18 überträgt. An dem Aktorkopf 18 ist ein Druckstößel 22 einstückig mit dem Aktorkopf 18 ausgebildet, der den Hub des Aktors 14 überträgt. Der Aktorkopf 18 ist durch eine Aktorkopfhülse 23 in dem Ventilkörperoberenteil 17 geführt und diese Aktorkopfhülse 23 schlägt nach einem maximalen Hubweg h an der Trennscheibe 21 an. Dadurch wird der maximale Hubweg h des Aktors 14 begrenzt und somit auch der maximale Hub der Ventilnadel 2.

Der Aktorkopfstoßel 22 überträgt die Hubbewegung des Aktors 14 auf einen Geberkolben 24. Der Geberkolben 24 wird von einer Führungsbohrung 25 geführt, die die Trägerplatte 21 durchdringt. Die Trägerplatte 21 ist durch einen Dichtring 26 gegenüber dem Ventilkörperoberenteil 17 abgedichtet. Ein erster Abschnitt eines Wellrohrs 27a umschließt den Geberkolben 24 konzentrisch und ist mit einer Schweißnaht 28 an dem Geberkolben 24 befestigt. Das Wellrohr 27a ist andererseits an der Trägerplatte 21 mit einer Schweißnaht 29 befestigt.

Bei einem Hub des Aktors 14 und einer daraus resultierenden Bewegung des Aktorkopfes 18 mit dem daran ausgeformten Aktorkopfstoßel 22 wird der Geberkolben 24 in Längsrichtung bewegt und der erste Abschnitt des Wellrohrs 27a folgt dieser Bewegung und dehnt sich entsprechend aus. Gleichzeitig dichtet das Wellrohr 27a, das mit den Schweißnähten 28 und 29 dichte Abschlüsse zu dem Geberkolben 24 und der Trägerplatte 21 aufweist, einen Brennstoffraum 30 von einem Akterraum 31 ab.

Der Geberkolben 24 ist in einer Führungsbohrung 32 in einer Führungshülse 33 geführt. Ein Nehmerkolben 34 ist in derselben Führungsbohrung 32 dem Geberkolben 24 gegenüberstehend angeordnet und zwischen Geberkolben 24 und Nehmerkolben 34 befindet sich ein Druckraum 35. Um die Führungshülse 33 ist ein zweiter Abschnitt des Wellrohrs 27b angeordnet, der radial in Bezug auf eine gedachte Längsachse des Brennstoffeinspritzventils 1 aufgrund einer geringen Wandstärke leicht verformbar ist. Das Wellrohr 27b ist über die Schweißnaht 28 mit dem Geberkolben 24 und über eine Schweißnaht 36 mit dem Nehmerkolben 34 dichtend verbunden. Dadurch wird ein Vorratsraum 37 gegenüber dem Brennstoffraum 30 abgeschlossen, der mit einem Hydraulikfluid gefüllt ist. Als Hydraulikfluid dient beispielsweise ein Silikonöl, das gut auf eine gewünschte Viskosität optimiert werden kann. Die der Ventilnadel 2 zugewandte Seite des Nehmerkolbens 34 ist halbkugelförmig ausgeformt und liegt auf einer kegelförmigen Fläche der Ventilnadel 2 auf, um Lagetoleranzen zwischen Nehmerkolben 34 und Ventilnadel 2 auszugleichen. Der Geberkolben 24, die Führungshülse 33, der Nehmerkolben 34 und der untere Abschnitt des Wellrohrs 27b bilden den hydraulischen Koppler 40.

Über Befüllbohrungen 38a, 38b, 38c in dem Geberkolben 24 besteht eine Verbindung zwischen dem Aktorraum 31 und dem Vorratsraum 37. Diese Verbindung ist durch eine eingepreßte Kugel 39 in der Befüllbohrung 38b druckdicht verschlossen. Der Aktorraum 31 ist ebenfalls mit Silikonöl gefüllt, das zur Verminderung der Reibung des Aktors 14 an dem Ventilkörperoberteil 17 und zur Kühlung des Aktors 14 dient. Aufgrund des druckdichten Verschlusses der Befüllbohrung 38b durch die Kugel 39 ist der Aktorraum 31 drucklos.

Über eine Brennstoffzulaufbohrung 41 fließt der Brennstoff in den Brennstoffraum 30.

Wenn an den Aktor 14 über die elektrische Zuleitung 16 eine Spannung angelegt wird, dehnt sich der Aktor 14 in Längsrichtung des Brennstoffeinspritzventils 1 aus und

drückt den Aktorkopf 18 mit dem an diesem ausgeformten Aktorstößel 22 in Richtung des Ventilsitzes 6. Der Hub wird durch den Anschlag der Aktorkopfhülse 23 an der Trennscheibe 21 nach einem Weg h begrenzt. Die Bewegung überträgt sich
5 dabei auf den Geberkolben 24. Das in dem Druckraum 35 enthaltene Silikonöl ist als Flüssigkeit nahezu inkompressibel und überträgt daher die Bewegung weiter auf den Nehmerkolben 34.

- 10 Die Ventilnadel 2 öffnet sich nach außen abhebend von dem Ventildichtsitz 6. Aus dem Druckraum 35 kann während des Hubes lediglich eine Spaltverlustmenge an Silikonöl durch die Ringspalte zwischen Geberkolben 24 und Führungsbohrung 32 sowie zwischen Nehmerkolben 34 und Führungsbohrung 32 in
15 den Vorratsraum 37 entweichen.

Bei Beendigung des Hubs wird der Aktor durch die Aktorfeder 20 zurück gedrückt und die Ventilnadel 2 wird durch die Ventilnadelfeder 9 in ihren Ventildichtsitz 6 gedrückt.

- 20 Durch die Vorspannung des zweiten Abschnitts des Wellrohrs 27b werden der Nehmerkolben 34 und der Geberkolben 24 aus der Führungsbohrung 32 herausgezogen, wodurch das Volumen des Druckraums 35 vergrößert wird. Über die Ringspalte strömt Silikonöl aus dem Vorratsraum 37 nach, bis der
25 Nehmerkolben 34 an der Ventilnadel 2 anliegt. Durch den unter Vorspannung stehenden ersten Abschnitt des Wellrohrs 27a wird der Druckkolben 24 an dem Aktorkopfstoßel 22 anliegend gehalten.

- 30 Vorteilhaft paßt sich das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil 1 mit dem beschriebenen Übertragungsweg der Hubkraft von dem Aktor 14 zu der Ventilnadel 2 damit automatisch den Dehnungen des Ventilkörpers 4 bei Druckschwankungen des Brennstoffdruckes
35 an. Ebenso werden temperaturbedingte Ausdehnungen ausgeglichen. Durch die hohe Viskosität des Silikonöls können große Toleranzen und somit Spaltmaße zugelassen werden. Durch den erfindungsgemäßen Aufbau des Brennstoffeinspritzventils 1 ist eine günstige Fertigung und

insbesondere eine gasblasenfreie Befüllung des Kopplers 40 mit Silikonöl möglich. Bevor der Aktor 14 und das Ventilkörperoberteil 17 montiert werden, kann durch Evakuieren jegliches Gas fast vollständig aus dem Koppler 40 entfernt werden. Nach dem Befüllen des Kopplers 40 mit Silikonöl, wird durch Einpressen der Kugel 39 der Koppler abgedichtet. Dabei kann bereits eine ausreichende Menge Silikonöl für die drucklose Befüllung des Aktorraums 14 eingefüllt sein. Danach erfolgt die Montage des Aktors 14.

10

Weiterhin kann vorteilhaft ein Versagen des Brennstoffeinspritzventils 1 durch Verdampfen von Brennstoff verhindert werden, da der Koppler 40 mit Silikonöl gefüllt ist.

15

Fig. 2 zeigt einen schematischen Schnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils. Das Ausführungsbeispiel weicht von demjenigen in der Fig. 1 dargestellten Brennstoffeinspritzventil nur im Bereich des in Fig. 1 mit II bezeichneten Detailausschnitt ab. Die Darstellung ist daher zur Vermeidung von Wiederholungen auf diesen Detailausschnitt beschränkt. Einander entsprechende Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

25

In dem Ventilkörper 4 ist die Ventilnadelführung 10 eingesetzt, durch den die Ventilnadel 2 mit ihrem Führungsabschnitt 7 geführt wird. Ein Geberkolben 42 ist in einer Führungsbohrung 43 einer Führungshülse 44 geführt und weist einen größeren Durchmesser auf als ein Nehmerkolben 45, der ebenfalls in einer Führungsbohrung 46 der Führungshülse 44 geführt ist. Um die Führungshülse 44 ist ein Abschnitt des Wellrohrs 47 angeordnet, das aufgrund einer geringen Wandstärke radial leicht verformbar ist. Das Wellrohr 47 ist über eine Schweißnaht 48 mit dem Geberkolben 42 und über eine die Schweißnaht 49 mit dem Nehmerkolben 45 dichtend verbunden. Dadurch wird der Vorratsraum 37 gegenüber dem Brennstoffraum 30 abgeschlossen, der mit Silikonöl gefüllt ist. Die der Ventilnadel 2 zugewandte

30

35

Seite des Nehmerkolbens 45 ist halbkugelförmig ausgeformt und liegt auf einer kegelförmigen Fläche des Führungsabschnitts 7 der Ventilnadel 2 auf, um Lagetoleranzen zwischen Nehmerkolben 45 und Ventilnadel 2 auszugleichen. Der Geberkolben 42, die Führungshülse 44, der Nehmerkolben 45 und der untere Abschnitt des Wellrohrs 47 bilden den hydraulischen Koppler 40. Der Koppler 40 ist in einer Ausführung mit Hubübersetzung dargestellt. Der Geberkolben 42 weist einen größeren Durchmesser und somit eine größere wirksame Fläche gegenüber dem Druckraum 35 auf, als der Nehmerkolben 45. Über eine Schweißnaht 50 ist ein Stützring 51 mit der Führungshülse 44 verbunden. Der Stützring 51 liegt über eine Faltung 52 des Wellrohrs 47 an einem Trägerring 53 an und wird durch eine Vorspannfeder 54 in Anlage gehalten. Der Trägerring 53 wird von Überströmkanälen 56 für den Brennstoff durchbrochen. Der Stützring 51 und der Trägerring 53 bilden eine Momentabstützung 55.

Vorteilhaft kann bei dieser Ausführung der Hub des Aktors 14 zu einem größeren Stellweg der Ventilnadel 2 übersetzt werden. Durch den geringeren Durchmesser des Nehmerkolbens 45 verbleiben jedoch eine wirksame Fläche 56 der Führungshülse 44, die bei einer Druckerhöhung im Druckraum 30 dazu führen, daß die Führungshülse 44 der Bewegung des Nehmerkolbens 45 folgt. Durch die Momentabstützung 55 wird die Druckkraft auf diese wirksame Fläche 56 der Führungshülse 44 abgeleitet. Die Momentabstützung kann auch auf andere Art und Weise erfolgen, solange der Vorratsraum 37 gegenüber dem Brennstoffraum 30 abgedichtet ist und die Beweglichkeit des Wellrohrs 47 nicht unzulässig eingeschränkt wird. Dies kann beispielsweise durch eine Punktverschweißung oder eine Klemmverbindung des Ventilkörpers 4 mit dem Wellrohr 47 sowie des Wellrohrs 47 mit der Führungshülse 44 erfolgen.

Fig. 3 zeigt einen schematischen Schnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils. Das Ausführungsbeispiel weicht von

demjenigen in der Fig. 1 dargestellten Brennstoffeinspritzventil nur im Bereich des in Fig. 1 mit III bezeichneten Detailausschnitt ab. Um Wiederholungen zu vermeiden, ist die Darstellung auf diesen Detailausschnitt
5 beschränkt. Einander entsprechende Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In dem Ventilkörper 4 ist die Ventilnadelführung 10 eingesetzt, durch den die Ventilnadel 2 mit ihrem
10 Führungsabschnitt 7 geführt wird. Ein Geberkolben 42 ist in einer Führungsbohrung 43 einer Führungshülse 57 geführt, die mit einem Nehmerkolben 58 einstückig ausgeformt ist. Um die Führungshülse 57 ist ein Abschnitt des Wellrohrs 47 angeordnet, das aufgrund einer geringen Wandstärke radial
15 leicht verformbar ist. Das Wellrohr 47 ist über eine Schweißnaht 48 mit dem Geberkolben 42 und über eine Schweißnaht 49 mit dem Nehmerkolben 45 dichtend verbunden. Dadurch wird der Vorratsraum 37 gegenüber dem Brennstoffraum 30 abgeschlossen, der mit Silikonöl gefüllt ist. Die der
20 Ventilnadel 2 zugewandte Seite des Nehmerkolbens 58 ist halbkugelförmig ausgeformt und liegt auf einer kegelförmigen Fläche des Führungsabschnitts 7 der Ventilnadel 2 auf, um Lagetoleranzen zwischen Nehmerkolben 58 und Ventilnadel 2 auszugleichen. Der Geberkolben 42, die Führungshülse 57, der
25 Nehmerkolben 58 und der untere Abschnitt des Wellrohrs 47 bilden den hydraulischen Koppler 40.

Vorteilhaft wird bei dieser Ausführung ein zusätzliches Bauteil und eine Dichtpassung eingespart, indem
30 Führungshülse 57 und Nehmerkolben 58 einstückig ausgeformt sind.

Bei einem Verfahren zur Herstellung eines Brennstoffeinspritzventils mit Befüllbohrungen in dem
35 Geberkolben, wobei der Vorratsraum mit einem Aktorraum verbunden ist und das Verschlusselement eine in eine der Befüllbohrungen eingepreßte Kugel ist, wird in einem ersten Schritt durch geeignete Fertigungsverfahren über die Befüllbohrungen der Druckraum und der Vorratsraum des

Kopplers evakuiert. In einem zweiten Schritt wird der Koppler mit einem Hydraulikfluid befüllt und in einem dritten Schritt eine Kugel in eine zugängliche Befüllbohrung gepreßt.

5

Vorteilhaft kann dadurch eine gasblasenfreie Befüllung des Kopplers vor der Montage des Aktors erreicht werden.

5

10

Ansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere
Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von
15 Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder
magnetostriktiven Aktor (14), der über einen hydraulischen
Koppler (40) einen an einer Ventilnadel (2) ausgeformten
Ventilschließkörper (3) betätigt, der mit einer
Ventilsitzfläche (5) zu einem Ventildichtsitz (6)
20 zusammenwirkt,
wobei der Koppler (40) einen Geberkolben (24,42) und einen
Nehmerkolben (34,45,58) aufweist, die in Bohrungen
(32,43,46) einer Führungshülse (33,44,57) geführt sind, und
wobei zwischen dem Geberkolben (24,42) und dem Nehmerkolben
25 (34,45,58) ein mit einem Hydraulikfluid gefüllter Druckraum
(35) angeordnet ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß um die Führungshülse (33, 34,57) ein Wellrohr (27b,47)
angeordnet ist und dichtend mit dem Geberkolben (24,42) an
30 einem Ende und dem Nehmerkolben (34,45,58) am anderen Ende
verbunden ist und daß das Wellrohr (27b,47) einen
Vorratsraum (37) für das Hydraulikfluid gegenüber einem
umgebenden Brennstoffraum (30) abdichtet.
- 35 2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Wellrohr (27b,47) kraftschlüssig mit dem Geberkolben
(24,42) sowie dem Nehmerkolben (34,45,58) verbunden ist.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Wellrohr (27b,47) eine den Geberkolben (24,42) und
den Nehmerkolben (34,45,58) auseinandertreibende Vorspannung
5 aufweist.

4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis
3,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß das Wellrohr (27b,47) radial nachgiebig ist.

5. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Wellrohr (27b,47) durch eine geringe Wandstärke
15 biegeweich und somit radial nachgiebig ist.

6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis
5,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß der Nehmerkolben (58) und die Führungshülse (57)
einstückig ausgeformt sind.

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis
5,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß der Geberkolben (42) und der Nehmerkolben (45)
unterschiedliche Durchmesser aufweisen.

8. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 7,
30 dadurch gekennzeichnet,
daß der Geberkolben (42) einen größeren Durchmesser als der
Nehmerkolben (45) aufweist und die Führungshülse (44) durch
eine Momentabstützung (55) in Richtung des Nehmerkolbens
(45) abgestützt wird.

35 9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Momentabstützung (55) aus einem kraftschlüssig mit
der Führungshülse (44) verbundenen Stützring (51) besteht,

der über eine radiale Faltung (52) des Wellrohrs (47) an einem kraftschlüssig mit einem Ventilkörper (4) verbundenen Trägerring (53) anliegt.

- 5 10. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Vorspannfeder (54), die sich gegen den Geberkolben
(42) abstützt, den Stützring (51) in Anlage hält.
- 10 11. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis
10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Hub (h) des Aktors (14) durch einen Anschlag
begrenzt ist.
- 15 12. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Anschlag an einem Aktorkopf (23) ausgebildet ist.
- 20 13. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis
12,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Wellrohr (27b,47) einteilig mit einem Wellrohr (27a)
zur Abdichtung eines Aktorraums (31) gegenüber einem
25 Brennstoffraum (30) ausgebildet ist und
daß das Wellrohr (27a,47) im Bereich des Kopplers (40) eine
geringere Wandstärke aufweist.
- 30 14. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis
13,
dadurch gekennzeichnet,
daß in dem Geberkolben (24,42) und/oder dem Nehmerkolben
(45) ein Befüllkanal angeordnet ist, der den Vorratsraum
(37) mit einem Umgebungsraum des Kopplers (40) verbindet und
35 der Befüllkanal durch ein Verschlüsselement druckdicht
abgedichtet werden kann.
15. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 14,
dadurch gekennzeichnet,

daß der Befüllkanal in dem Geberkolben (42) durch Befüllbohrungen (38a,38b,38c) ausgebildet ist und den Vorratsraum (37) mit einem Aktorraum (31) verbindet.

- 5 16. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß das Verschlußelement eine in eine der Befüllbohrungen
(38b) eingepreßte Kugel (39) ist.

1/3

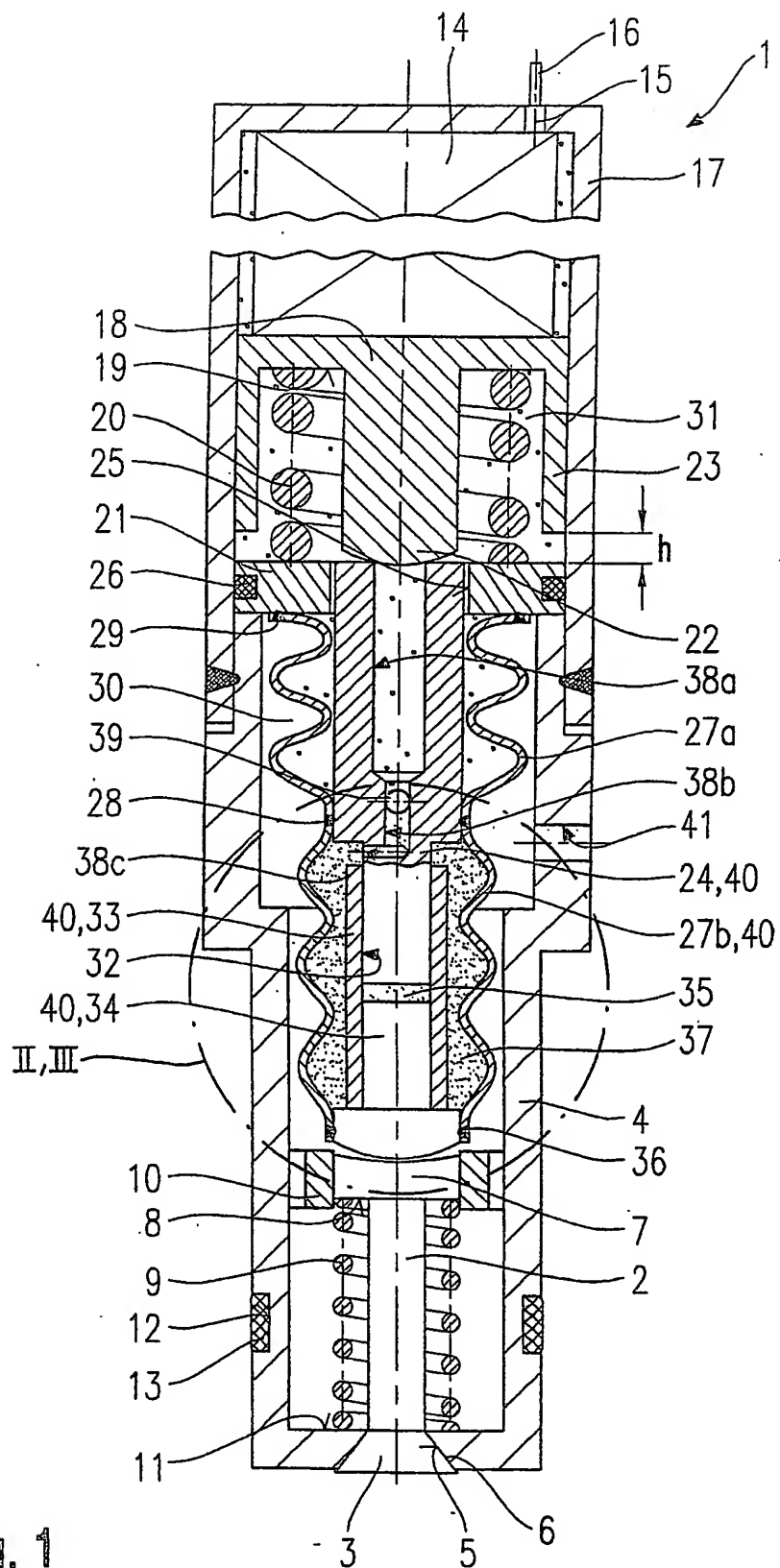


Fig. 1

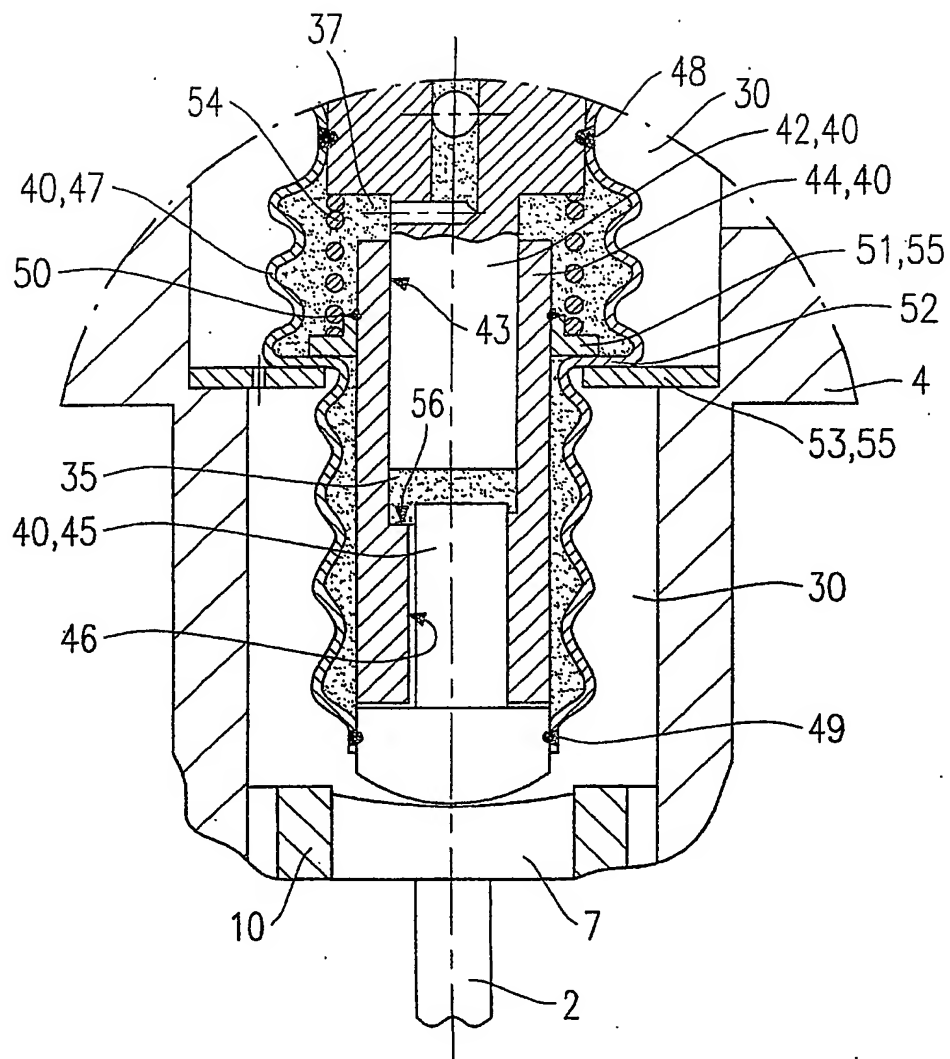


Fig. 2

3/3

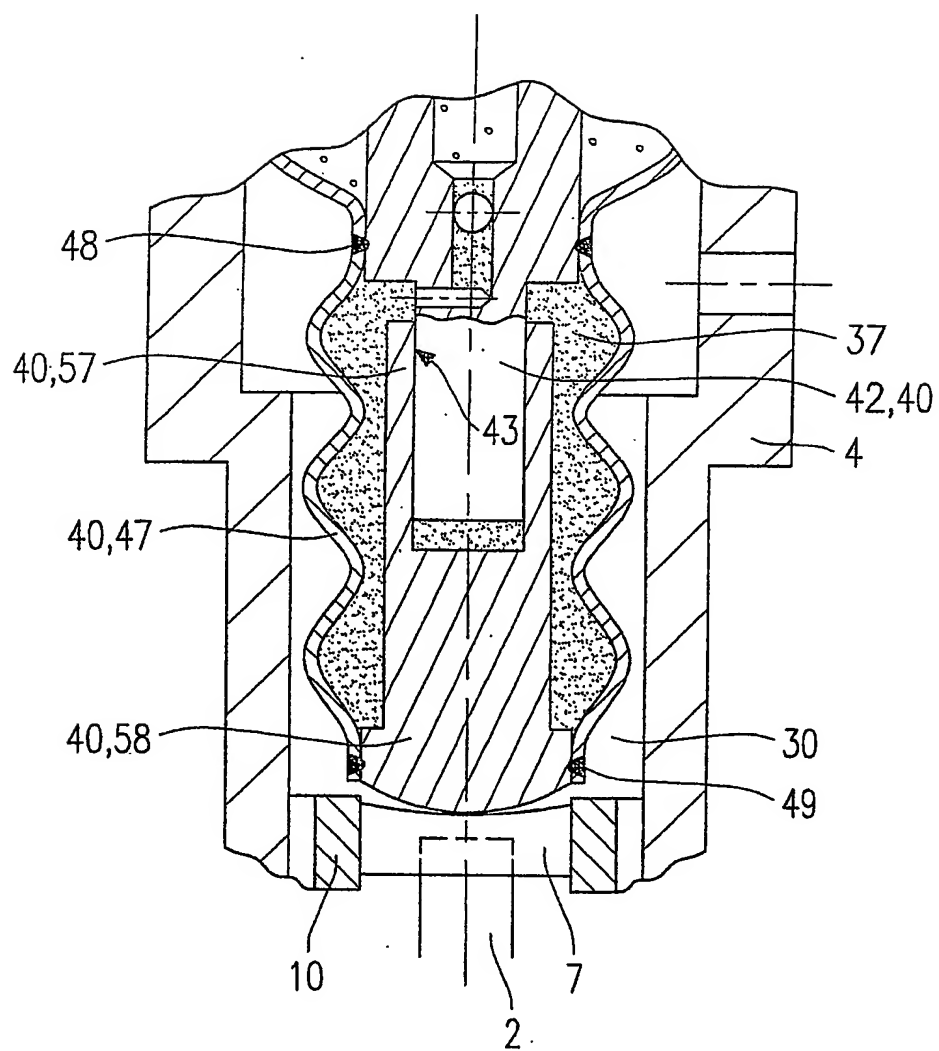


Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No
PCT/DE 02/03070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F02M51/06 F02M61/08 F02M61/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4 858 439 A (SAWADA DAISAKU ET AL) 22 August 1989 (1989-08-22) column 2, line 67 -column 3, line 17 column 3, line 38-42 column 4, line 37-43 column 5, line 3-8 column 6, line 1-6; figures 1,8	1-3,7
Y	DE 199 58 704 A (SIEMENS AG) 13 June 2001 (2001-06-13) abstract; figures 1,2	1-3,7
A	EP 0 477 400 A (SIEMENS AG) 1 April 1992 (1992-04-01) cited in the application abstract; figure 1	1
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 February 2003

Date of mailing of the international search report

14/02/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Boye, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatic Application No
PCT/DE 02/03070

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 111 230 A (SIEMENS AG) 27 June 2001 (2001-06-27) abstract; figure 1 -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

In relation on patent family members

Internat Application No

PCT/DE 02/03070

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4858439	A	22-08-1989	JP 1928163 C JP 6056162 B JP 63214501 A	12-05-1995 27-07-1994 07-09-1988
DE 19958704	A	13-06-2001	DE 19958704 A1	13-06-2001
EP 0477400	A	01-04-1992	EP 0477400 A1 AT 192263 T DE 59010904 D1	01-04-1992 15-05-2000 31-05-2000
EP 1111230	A	27-06-2001	DE 19962177 A1 EP 1111230 A2	12-07-2001 27-06-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internat. Aktenzeichen

PCT/DE 02/03070

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 F02M51/06 F02M61/08 F02M61/16		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F02M		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) WPI Data, PAJ, EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 858 439 A (SAWADA DAISAKU ET AL) 22. August 1989 (1989-08-22) Spalte 2, Zeile 67 - Spalte 3, Zeile 17 Spalte 3, Zeile 38-42 Spalte 4, Zeile 37-43 Spalte 5, Zeile 3-8 Spalte 6, Zeile 1-6; Abbildungen 1,8 ---	1-3,7
Y	DE 199 58 704 A (SIEMENS AG) 13. Juni 2001 (2001-06-13) Zusammenfassung; Abbildungen 1,2 ---	1-3,7
A	EP 0 477 400 A (SIEMENS AG) 1. April 1992 (1992-04-01) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 --- -/--	1
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>*A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>*E* Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>*L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>*O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>*P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>*T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>*X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>*Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>*G* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 6. Februar 2003		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 14/02/2003
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Boye, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internatl. Aktenzeichen

PCT/DE 02/03070

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 111 230 A (SIEMENS AG) 27. Juni 2001 (2001-06-27) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen zur selben Patentfamilie gehören

Internatio Aktenzeichen
PCT/DE 02/03070

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4858439	A	22-08-1989	JP	1928163 C	12-05-1995
			JP	6056162 B	27-07-1994
			JP	63214501 A	07-09-1988
DE 19958704	A	13-06-2001	DE	19958704 A1	13-06-2001
EP 0477400	A	01-04-1992	EP	0477400 A1	01-04-1992
			AT	192263 T	15-05-2000
			DE	59010904 D1	31-05-2000
EP 1111230	A	27-06-2001	DE	19962177 A1	12-07-2001
			EP	1111230 A2	27-06-2001